

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Behördeneigentum

Int. Cl.:

H 02 k, 3/30

H 02 k, 3/50

H 02 k, 3/38

Deutsche Kl.:

21 d1, 53

21 d1, 54

10

11

21

22

43

44

45

# Patentschrift 1 613 297

Aktenzeichen: P 16 13 297.1-32 (L 58207)

Anmeldetag: 21. Dezember 1967

Offenlegungstag: 25. März 1971

Auslegungstag: 9. Dezember 1971

Ausgabetag: 6. Juli 1972

Patentschrift stimmt mit der Auslegeschrift überein

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Verfahren zur rüttelfesten Anordnung einer hochtemperaturbeständigen Ständerwicklung für elektrische Maschinen

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

73

Patentiert für: Loher & Söhne GmbH, 8399 Ruhstorf

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Kallas, Hans, Dipl.-Ing., 8263 Burghausen

55

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
CH-PS 435 426

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur rüttelfesten Anordnung einer hochtemperaturbeständigen Ständerwicklung für elektrische Maschinen, bei dem um den Außenumfang der Wickelköpfe eine Bandage aus einem Glasgewebe gelegt wird.

Mechanische Schwingungserzeuger werden in vielen Fällen in Form von Elektromotoren, deren rotierende Teile mit bestimmten Unwuchten versehen werden, ausgeführt. Die gesamte mechanische Konstruktion dieser Elektromotoren mit der Ständerwicklung werden dann der vollen Rüttelbeanspruchung dauernd ausgesetzt. Die Amplituden dieser mechanischen Schwingungen liegen in der Größenordnung des 15- bis 20fachen der Erdbeschleunigung, sie können sogar Spitzen bis zu 50 g erreichen. Weiterhin sind solche Rüttelmotoren neben den mechanischen Rüttelbeanspruchungen erheblichen thermischen Beanspruchungen in bezug auf die Wicklung ausgesetzt. Es können Überlastungen in der Größenordnung des 2- bis 3fachen Nennstromes über Zeitabschnitte von 5 bis 10 Minuten auftreten. Um eine möglichst robuste konstruktive Ausführung zu erhalten, kann der sonst bei oberflächengekühlten Motoren vorgesehene Außenlüfter nicht angebracht werden. Die Verlustwärme wird durch reine Abstrahlung von der Oberfläche des Gehäuses abgeführt. Bei thermischen Beanspruchungen der Wicklung, welche die zulässige Grenztemperatur für die Isolierstoffklasse B (130° C) nicht überschreiten, kann ein Verguß oder eine Einbettung der Wicklung in Gießharze oder Gießharzmassen auf Epoxydharz-Basis vorgesehen werden. Die Anwendungsmöglichkeit dieser Gießharze oder Gießharzmassen ist auf relativ kleine Leistungen und Abmessungen des Ständerblechpaketes beschränkt, da sonst durch die unterschiedliche Ausdehnung zwischen dem Ständerblechpaket (Eisen), der Ständerwicklung (Kupfer) und dem Verguß (Gießharzmasse) Rißbildungen in der Gießharzumhüllung eintreten. Bei größeren Rüttelmotoren besteht die Möglichkeit, die Ausführung der Wicklung selbst für hohe Temperaturbeständigkeit (z. B. Isolierstoffklasse H nach VDE 0530) vorzusehen und für die mechanische Beanspruchung eine zusätzliche Umhüllung aus Gießharz oder Gießharzmassen zu verwenden. Die unterschiedlichen Ausdehnungsverhältnisse können durch eine zwischen den Wicklungsteilen und der Umhüllung liegende kompressible Schicht aufgenommen werden. Diese Ausführung einer rüttelfesten temperaturbeständigen Wicklung besitzt den Nachteil einer relativ schlechten Abfuhr der in der Wicklung entstehenden Verlustwärme. Weiterhin hat sich gezeigt, daß für größere Leistungen von Rüttelmotoren Grenztemperaturen in Anspruch genommen werden müssen, die in der Größenordnung von 220 bis 230° C liegen, also die zulässige Grenztemperatur für die Isolierstoffklasse H um etwa 40 bis 50° C überschreiten. Für solche thermische Beanspruchungen der Wicklung ist eine Gießharzumhüllung, die auf der Basis von gefüllten Gießharzmassen mit Epoxydharzen aufgebaut ist, thermisch nicht mehr einsetzbar.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art vorzuschlagen, mit dem eine Wicklungsausführung der Ständerwicklung von elektrischen Maschinen erzielt werden kann, die einerseits über längere Zeitabschnitte hinweg thermischen Beanspruchungen bis zu

230° C und andererseits den z. B. bei mechanischen Schwingungserzeugern entstehenden Rüttelbeanspruchungen ohne Beschädigung oder Herabsetzung der Lebensdauer standhält. Erfindungsgemäß besteht ein Verfahren zur Lösung dieser Aufgabe darin, daß um die in sich verschnürten Wickelköpfe unmittelbar an deren Austritt aus dem Ständerblechpaket als Bandage eine mehrfache Auflage aus einem plattgewalzten Glaselideschlauch gelegt wird und die Wickelköpfe anschließend mehrfach unter Vakuum in einem Phenyl-Methyl-Siliconharz mit hohem Festkörpergehalt, das organische, nicht gesättigte Gruppen auf der Basis Terephthalsäurepolyester in einer Menge von etwa 5 bis 10% des Festkörpergehalts im auskondensierten Zustand enthält, getränkt und daraufhin mit einem Phenyl-Methyl-Siliconharz mit einem Zusatz von 1 bis 2% Härtungskatalysator auf der Basis Zinn-2-Oktat mit 4% Zinngehalt im Träufelverfahren versiegelt werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird eine Fixierung der Ständerwicklung erzielt, die diese praktisch zu einer Einheit mit dem Gehäuse verbindet.

Für Rüttel- und Vibrationskräfte, die durch rotierende, mit Unwucht versehene Massen erzeugt werden, sind in den meisten Fällen Drehzahlen in der Größenordnung von 3000 U/min erforderlich. Dies bedingt bei einer Frequenz von 50 Hz eine Ausführung von Drehstrommotoren in 2poliger Auslegung. Bei 2poliger Auslegung ist bekanntlich die Wickelkopfausladung am größten. Bei der Ausführung der Wicklung geht man zweckmäßigerweise von der Voraussetzung aus, für die 2polige Wicklung die kleinste Wickelkopfausladung durch Wahl einer bestimmten Wicklungsart zu erreichen. Dies ist in Ausgestaltung der Erfindung durch Anwendung von mehrfach teilkonzentrisch gewickelten Spulen möglich, wobei zusätzlich noch eine entsprechende Schrittverkürzung gewählt werden kann. Als Zwischenlagen- und Phasentrenn-Isolation müssen Isolierstoffkombinationen gewählt werden, die sowohl den auftretenden mechanischen Beanspruchungen als auch der höchsten thermischen Belastung gewachsen sind. Hierfür kommen hochflexible Schichtstoffe aus Glaselidengewebe mit einseitiger Polyimid-Folien-Auflage in Frage. Die Bindung dieser Schichtstoffe erfolgt mit hochtemperaturbeständigen Elastomer-Klebern auf Silicon-Basis. Die höchste Beanspruchung tritt an der Stelle auf, an der die Teilspulen der Wicklung aus der Ständernut austreten. Hier erfolgt die erfindungsgemäße Bandagierung mit einem plattgewalzten Glaselideschlauch in mehreren Lagen. Die mehrmalige Tränklackschicht auf den Wickelköpfen wird zweckmäßigerweise zunächst nur klebfrei angetrocknet und nicht voll durchgehärtet. Es erfolgt dann eine Versiegelung der Wickelköpfe mit einem Phenyl-Methyl-Siliconharz, das einen Härtungskatalysator auf der Basis Zinn-2-Oktat mit etwa 4% Zinngehalt enthält. Es wird auf die angewärmte rotierende Wicklung geträufelt. Dadurch erhält man einen glatten rißfreien Überzug mit größerer Schichtdicke, so daß sowohl die Einzeldrähte der Wicklung als auch die Teilspulen des Wickelkopfes gegen gegenseitige Lageveränderungen geschützt sind. Nach Aufbringung der Versiegelung, die sich auch mit den darunterliegenden Tränklackschichten verbindet, erfolgt eine Aushärtung der Tränklack- und Versiegelungsschicht. Die Ständerwickelköpfe werden nach Einset-

zen des Ständerpaketes in das Gehäuse durch einen Verguß aus Silicon-Kautschuk-Vergußmasse gegen die Innenwand des Gehäuses abgestützt. Dieser Verguß aus Silicon-Kautschuk-Vergußmasse bewirkt einerseits eine Dämpfung der Schwingungen des Wickelkopfes bei Rüttelbeanspruchung, andererseits leitet er die im Wickelkopf entstehende Wärme an das Gehäuse ab. Zu diesem Zweck wird die Silicon-Kautschuk-Vergußmasse mit wärmeleitenden Füllstoffen gefüllt, wobei auch metallische Füllstoffe wie Aluminium- oder Kupferpulver mit Erfolg angewendet werden. Zweckmäßig besteht die Vergußmasse zu gleichen Gewichtsanteilen aus Silicon-Kautschuk-Gießmasse, Silicon-Kautschuk-Polymer und Aluminium- oder Kupferpulver. An Hand eines Beispiels soll die Erfindung näher erläutert werden.

Der mit teilkonzentrischen Spulen in Zweischichtwicklung mit verkürztem Schritt ausgeführte Wickelkopf 1 erhält eine starke vom Austritt der Wicklung aus dem Ständerblechpaket ausgehende Bandage 2 aus plattgewalzten Glasfiedeschläuchen in mehreren Lagen. Am äußeren Wickelkopfteil erfolgt eine gleichmäßige und starke Schnürung, dann wird die Wicklung mehrfach unter Vakuum in einem Silicon-Tränklack mit hohem Festkörpergehalt getränkt. Die Tränklackschichten werden jeweils klebfrei getrocknet. Das Ständerblechpaket wird in der Bohrung auf einen rotierenden Dorn aufgenommen, vorher auf eine Temperatur von 60 bis 80° C angewärmt. Es erfolgt dann die Versiegelung des Wickelkopfes allseitig mit einer Schicht 3, die aus einem Phenyl-Methyl-Siliconharz mit 1 bis 2% Härtenkatalysator auf der Basis organischer Zinnverbindungen besteht. Vor dem Einsetzen des bewickelten Ständerblechpaketes in das Ständergehäuse erfolgt eine Durchhärtung der Tränklackschichten und der Versiegelungsschicht, die auf Grund der chemischen Zusammensetzung eine innige Verbindung eingehen. Der Raum zwischen dem Wickelkopf und der Innenwand des Ständergehäuses wird anschließend mit einer kaltvulkanisierenden Silicon-Kautschuk-Vergußmasse 4, die mit Füllstoffen guter

Wärmeleitfähigkeit und hoher Wärmekapazität gefüllt ist, vergossen.

#### Patentansprüche:

1. Verfahren zur rüttelfesten Anordnung einer hochtemperaturbeständigen Ständerwicklung für elektrische Maschinen, bei dem um den Außenumfang der Wickelköpfe eine Bandage aus einem Glasgewebe gelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß um die in sich verschnürten Wickelköpfe unmittelbar an deren Austritt aus dem Ständerblechpaket als Bandage eine mehrfache Auflage aus einem plattgewalzten Glasfiedeschlauch gelegt wird und die Wickelköpfe anschließend mehrfach unter Vakuum in einem Phenyl-Methyl-Siliconharz mit hohem Festkörpergehalt, das organische, nicht gesättigte Gruppen auf der Basis Terephthalsäurepolyester in einer Menge von etwa 5 bis 10% des Festkörpergehalts im auskondensierten Zustand enthält, getränkt und daraufhin mit einem Phenyl-Methyl-Siliconharz mit einem Zusatz von 1 bis 2% Härtenkatalysator auf der Basis Zinn-2-Oktoat mit 4% Zinngehalt im Träufelverfahren versiegelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen mehrfach teilkonzentrisch gewickelt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Wickelköpfen und dem Ständergehäuse eine kaltvulkanisierende Silicon-Kautschuk-Vergußmasse, die einen hohen Füllstoffgehalt besitzt, eingebracht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergußmasse einen Füllstoff auf Metallpulverbasis aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die kaltvulkanisierende Silicon-Kautschuk-Vergußmasse aus gleichen Gewichtsanteilen Silicon-Kautschuk-Gießmasse, Silicon-Kautschuk-Polymer und Aluminium- oder Kupferpulver besteht.

